防風網降風特性及應用

■花蓮區農業改良場蘭陽分場／楊素絲
農業試驗所／姚銘輝

一、前言

台灣農作物生產過程遭遇多種災害，其中風、雨害最為劇烈，造成農業災損也最多。但當思考如何減災時，防災技術強調的是低成本及易施作，才能為農民所接受及推廣。颱風帶來的強風災損，例如2016年尼伯特颱風17級風肆虐台東地區，造成嚴重破壞性災害。其他如冬季東北季風、沿海鹽風或焚風 (主要是高溫及低濕度) 皆可能造成農作物損失。防風技術最常見為種植防風林或架設防風網，過去對於防風網的研究甚多，但多集中於水土保持領域，農作物相關文獻反而較少。此外，因氣候條件、地形和作物種類的差異，如何提供農民最佳化防風網的搭設建議，在災害發生頻繁的現在更具意義。本研究建置一套防風網分析方法，由實測數據校驗模式模擬結果，依據現地條件及氣候資訊，並經實際颱風測試，驗證防風網之阻風效果，期望提供農民架設防風網之參考建議。

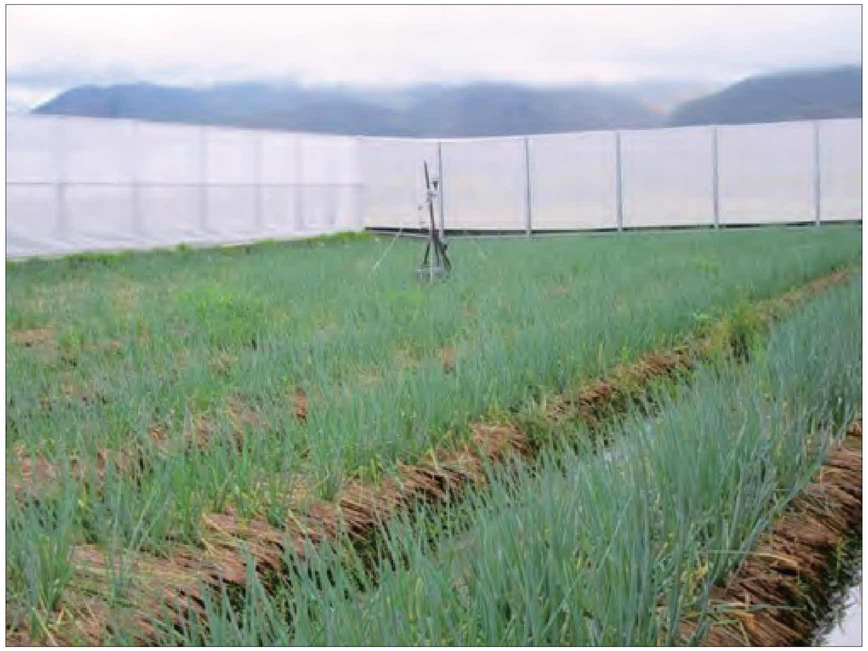
二、技術研發

一般市面上塑膠網的規格，以網目或遮光率表示，表一、為不同網目遮陰網之防風效果實測結果，50%遮光率塑膠網之降風能力47.4；60%遮光網41.5；70%遮光網32.1。簡單地說：遮光率和降風能力呈線性正比。防風網材質，平織、針織及羅紋織之防風網，在減風功效的差異，以平織網＞羅紋織網＞針織網，但若考量遮陽及防蟲功效，則平織較為理想，其他材質亦可適用。有研究學者於防風林培育初期，利用價格低廉之尼龍防風網進行強風防護，獲致相當成效。另針織網 (或稱百吉網) 耐日曬雨淋，不易老化斷裂，長期使用上成本較低。防風網保護距離 (protective distance)，為判斷防風網所能防風效果的指標。由表一、資料整理可得，70%網目之最佳阻風有效長度，水平距離為防風網高度之6～8倍 (6～8H)，有效防範高度則為防風網高度1.3倍 (1.3 H)。

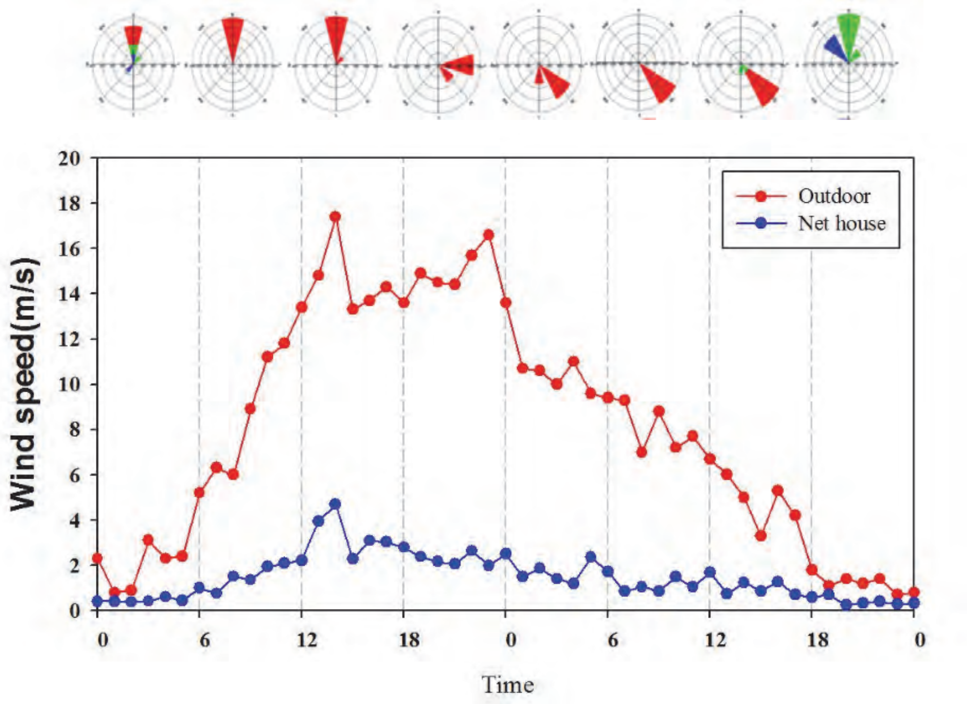
二、運用案例

宜蘭三星鄉是青蔥重要種植區，三星蔥價格也常被認為是因颱風發生造成菜價上漲的重要指標作物。三星蔥大多為露天栽培，除高畦種植減少淹水損害外，對於強風鮮少防範措施。105年9月27～28中度颱風梅姬 (Megi) 侵台，由花蓮登陸穿越中央山脈由雲林縣出海，此次颱風造成33億元農業損失。宜蘭縣三星鄉農民在長寬分別為20公尺×46公尺之青蔥種植農地四周架設高度為3公尺之70%破風網。防風網外最高風速為18公尺/秒，防風網內為4.5公尺/秒，顯然防風網在實際強風災害下，具有防風效果 (圖一) (圖三)。

本研究由實測驗證及修正CFD模擬參數，基本上，由不同網目 (表一) 防風網高度 (表二) 差異分析及梅姬颱風實測風速變化 (圖二)，說明CFD評估技術是適用於防風網分析，在未來可提供農民架設防風網之事前評估及事後分析之用，對於防災技術推廣具有助益。此外，防風網架設主要為減緩風速，但其須能承受強風所產生風壓作用，以本研究合作農民是用H型鋼作為支柱，結構雖然相當穩固，但建置成本每分地約需50萬元，因此，防風網支柱材料亦須詳細評估及篩選，才能提高其強風防護作用，並延長其使用年限，但也需考量建置成本，才能為農民所普遍接受及採用，最適建置成本及防風效果，仍待後續進一步分析。



圖一、宜蘭縣三星鄉青蔥種植架設垂直式防風網



圖二、105年9月27～28中度颱風梅姬 (Megi) 侵台時，架設防風網之蔥田內外風速比較 (紅線為防風網外風速，藍線為防風網內風速)

圖三、花蓮農改場蘭陽分場研發之水平式防風網及颱風後青蔥生長情形

表一、不同遮光率塑膠網及降風能力比較

遮光率	迎風面平均風速 (公尺/秒)	防風網後4-10m之平均風速 (公尺/秒)	降風能力 (%)
50%	1.45	0.69	52.6%
60%	1.45	0.60	58.5%
70%	1.47	0.47	68.9%

表二、防風網垂直距離 (高度) 之保護距離

防風網垂直距離	風速 (m/s) 水平距離 -0.7H	1H	2H	3H	4H	6H	8H	10H
1公尺	1.13	0.65	0.43	0.27	0.17	0.11	0.17	0.21
	1.39	1.64	1.52	1.45	1.38	1.20	1.34	1.43
3公尺	1.37	0.57	0.40	0.32	0.27	0.25	0.22	0.35
	1.81	1.97	1.39	1.40	1.30	1.21	1.15	1.36
5公尺	2.04	2.31	1.97	1.62	1.40	1.30	1.21	1.38
	2.31	2.52	2.34	2.11	1.48	1.26	1.65	1.66

高接梨寒害發生條件及因應方法

■苗栗區農業改良場／張雅玲

一、前言

將高需冷性之梨芽點嫁接於低需冷性砧木上，所生產之梨稱為高接梨，為台灣特殊的栽培方式，具有克服生理需冷性及調整產期之特性。低海拔生產之高接梨，主要嫁接時間由12月至隔年1月，6至7月果實成熟即可採收，開花結果時間較高海拔地區提早2至3個月。

梨為落葉性果樹，冬季低溫樹體落葉進入休眠期，須待氣候回暖才能萌芽，芽體萌發率至開花結果順利與否，除了受到芽體狀態之影響之外，氣候條件亦為重要因子。然而高接梨嫁接至開花結果期間，為台灣寒流侵害的高峰期，溫度大幅降低容易導致嫁接失敗或開花結果不良。根據農糧署統計資料顯示，近103年至107年期間，高接梨梨穗受寒害侵襲面積4932公頃，申請天然災害補助金額達2億9千5百萬元，顯示低溫造成高接梨產業相當大的損失。

二、寒害發生之氣候條件

根據中央氣象局氣象預報中心對於寒流之定義，以台北市日低溫低於10℃以下時為寒流等級，統計寒流發生時間集中在12月至隔年3月，其中又以1月發生比例最高。高接梨由嫁接、開花、授粉至著生小果皆落在12月至隔年2月期間，此時恰逢寒流好發期，致使高接梨栽培風險提高。

三、影響寒害發生程度高低之因子

適合梨開花結果之溫度為15℃以上，然而寒流發生天數及日夜高低溫的不同，對於高接梨之影響程度亦不同，除了氣候影響之外，發生低溫當下梨穗生長樣態及嫁接品種與抗寒能力亦有關係。

(一) 氣候條件及梨穗生長樣態對高接梨之影響

105年1月下旬發生強烈冷氣團，以苗栗縣卓蘭鎮食水坑、坪林及三灣鄉內灣三個試驗田區之溫度及濕度表現為例 (圖一)，1月24日至26日三天發生平均溫度10℃以下的均溫，已達到寒流等級，且日間最高溫未達15℃以上，夜間最低溫低於5℃以下，平均濕度介於77.5至100%，此溫濕度條件不利於高接梨之萌花結果。

此波寒流侵襲過後，三個試驗田區的梨穗之存活率，隨著當時梨穗生長樣態不同而有不同表現 (表一)，其中以三灣鄉內灣因低溫期間適逢開花期，受到低溫之影響最大，後續梨穗存活率也最低 (38%)，主要是因為低溫不利於芽體萌發及花朵綻放，既使花朵可順利綻放，但無法順利受精授粉，當授粉不佳時會導致著果不良而落果。

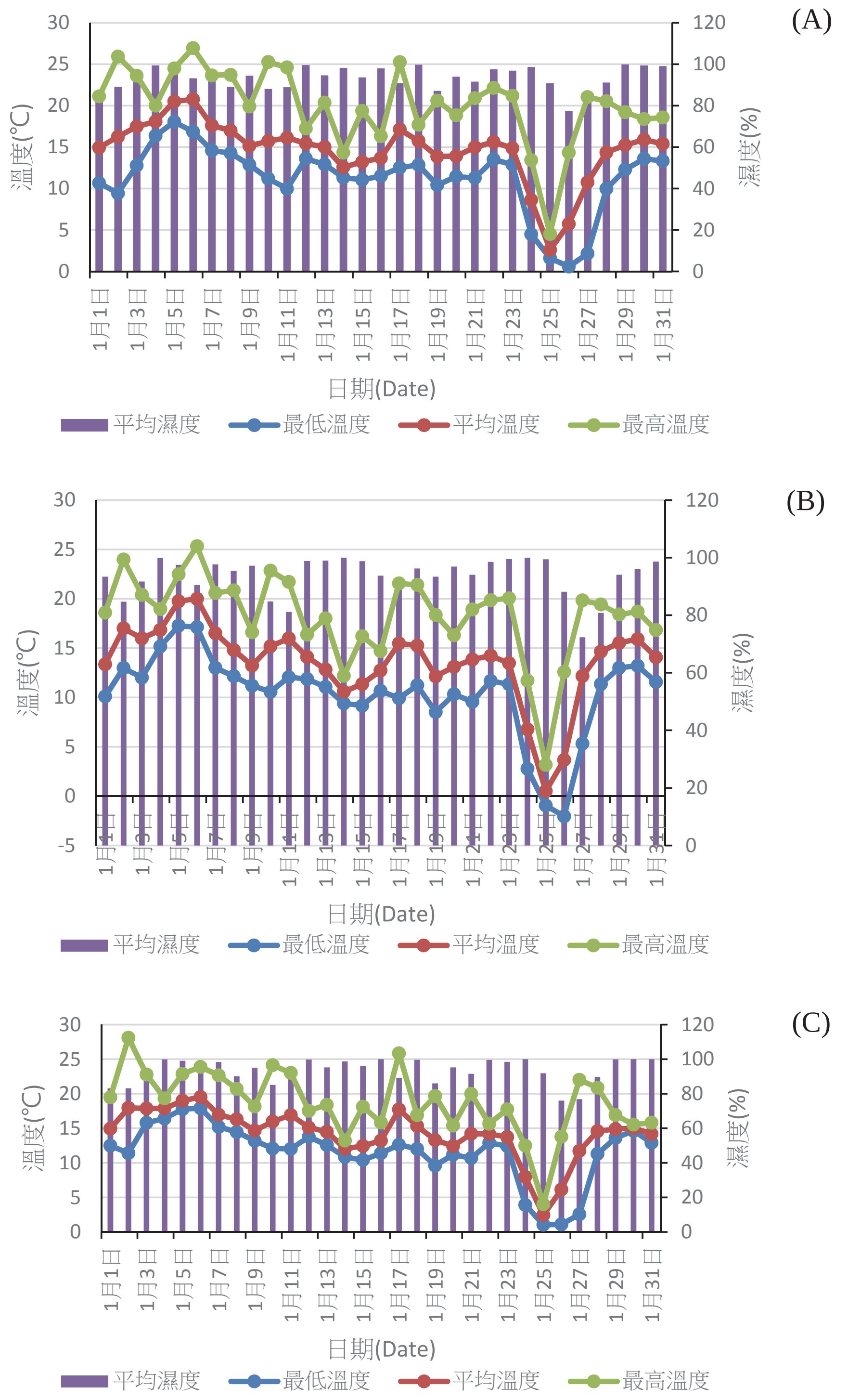
低溫侵襲下，花朵及幼葉容易產生枯萎的現象，而尚未綻放的芽體及已完成授粉小果忍受低溫之能力較強，主要因芽體苞片具有抵擋低溫侵襲之能力，一旦芽體萌動展開，則不具有保護作用。授粉完成之小果，亦具有較高的耐寒能力，授粉不佳或果柄細小的果實則會脫落，部分果實表面會產生黑點，黑點會隨著果實成長而逐漸變淡，但由於黑斑處之細胞已損傷，該處果肉生長不正常，容易產生畸形果 (圖二)。

(二) 高接梨品種與嫁接時間對低溫之耐受性

目前栽培上使用的梨穗品種相當多元化，以新興梨、豐水梨、秋黃梨及黃金梨為農友較常嫁接之品種，12月至隔年1月期間為梨嫁接之高峰期，為分散嫁接及採果之風險，可依據品種特性分批嫁接。

豐水梨及秋黃梨為早熟品種，建議1月上旬前完成嫁接，果實採收時間為6月中下旬，而新興梨及黃金梨則為中熟品種，建議1月下旬完成嫁接，但早接對於此品種之開花結果並無顯著優勢，果實於7月成熟可採收。

遭逢105年1月低溫後，秋黃梨越晚嫁接 (105年01月16日嫁接)，存活率最低 (45%)，除了受到低溫之影響，梨穗狀態在此時亦不適合嫁接，而早嫁接的梨穗 (104年12月26日嫁接) 已進入不亦受到低溫傷害的小果期，故存活率最高 (83%)。黃金梨則是以早嫁接的梨穗 (105年01月06日嫁接) 存活率最低 (45%)，除了該品種較適合晚嫁接之外，1月低溫發生時間恰逢近盛花期，梨花對低溫耐受性差，且不利於授粉受精 (表二)。

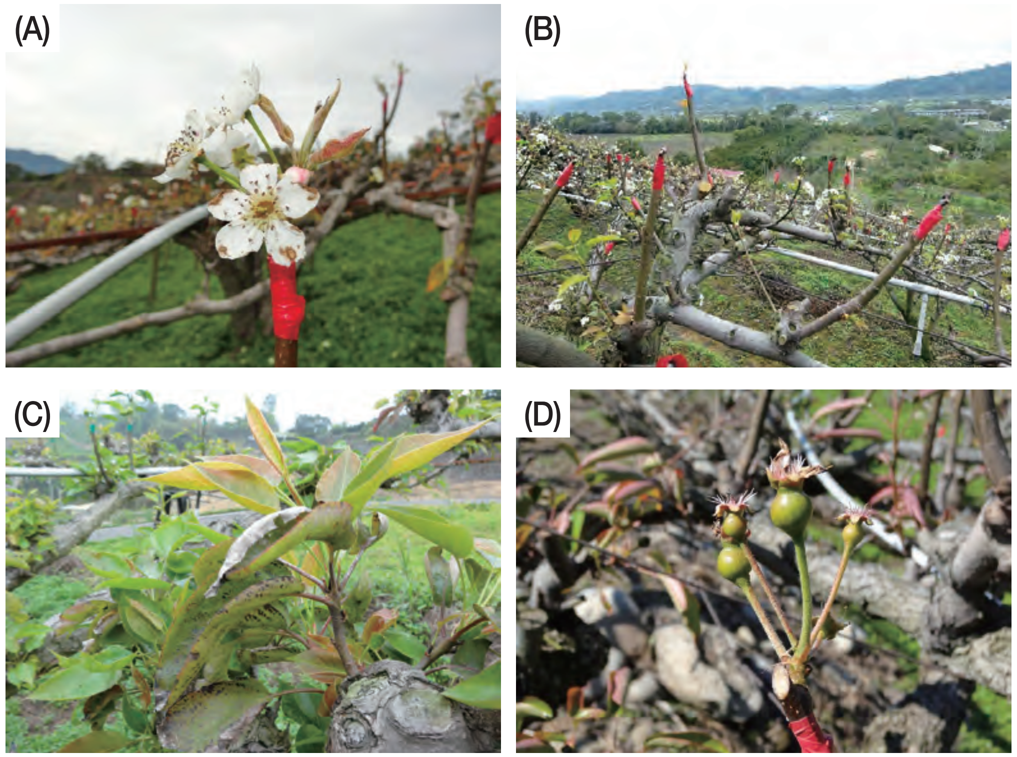


圖一、105年1月苗栗縣卓蘭鎮食水坑(A)、坪林(B)及三灣鄉內灣(C)三個試驗田區之溫度及濕度

表一、105年1月低溫對不同試驗田區梨穗嫁接之影響

試驗田區	嫁接時間	低溫發生時梨穗生長樣態*	梨穗成活率(%)
卓蘭鎮食水坑	104年12月16日	正值小果期	63
卓蘭鎮坪林	105年01月20日	芽點尚未萌發	73
三灣鄉內灣	105年01月02日	正值盛花期	38

*寒流低溫發生於105年01月24日至26日



圖二、高接梨寒害花朵萎凋(A)、萌芽率低(B)、葉片乾枯(C)及果實產生黑點及變色(D)之表現樣態

表二、不同高接梨品種嫁接後遭逢105年1月低溫之存活率

嫁接時間	低溫發生時梨穗生長樣態*	嫁接品種	
		秋黃梨	黃金梨
104年12月16日	正值小果期	83%	66%
105年01月06日	近盛花期	57%	45%
105年01月16日	芽點尚未萌發	45%	71%

*盆栽置於人工環境之天數

四、防寒措施及注意事項

(一) 物理性防寒方式

由上述氣候條件得知，高接梨的開花結果，同時受到溫度及溼度影響，因此防寒常使用的塑膠透明小袋，除了阻隔冷空氣之外，有效防止水分附著芽點上亦為重要防寒措施，宜蘭地區常使用的架設梨穗上的塑膠傘亦有防雨的效果。

塑膠資材具有隔絕之功效，袋內的溫度高於袋外，但近年來冬季氣候不穩定，日溫有時可高於20℃以上，袋內因梨穗之呼吸作用而產生水氣，若加上高溫照射，梨穗容易因高溫高濕而死亡。套塑膠透明小袋亦具有促時梨穗提早萌動綻放之效果，但若開花無適時抽袋將錯失授粉時機，因此使用上需特別留意梨穗萌動狀態。

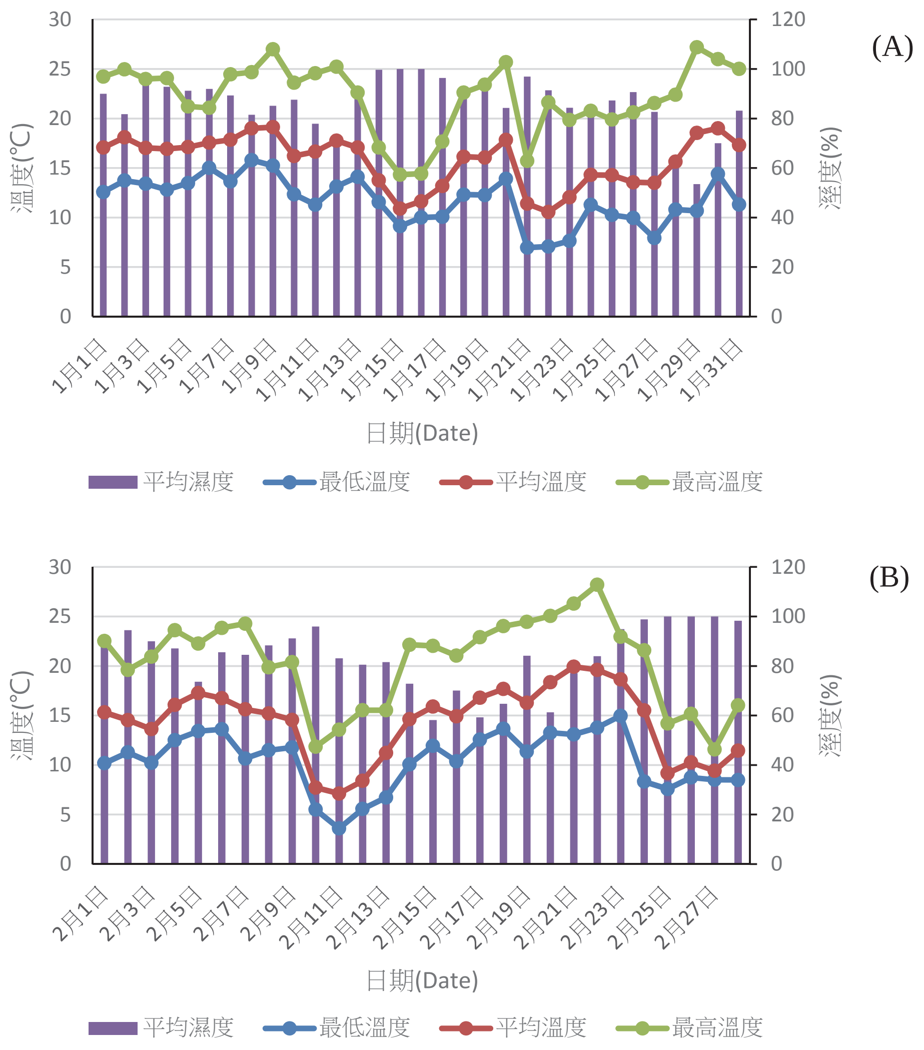
(二) 化學性防寒方式

營養劑及生長調節劑具有促進著果及生長之效果，其中油菜素內脂 (brassinolide, BR)、茉莉酸 (Jasmonate, JA) 或水楊酸類 (Salicylate, SA) 具有防寒之效果，寒流侵襲前，先行於嫁接部位噴施低濃度的植物生長調節劑，誘導植株產生抗寒能力，減少低溫對梨穗之傷害，若無溫度逆境的情況下使用，對於高接梨之開花著果無顯著性的益處。

然而生長調節劑使用上往往呈現一體兩面，使用適當可提高產量及收益，但若使用不當則可能全軍覆沒，農友在使用上需特別留意，適時噴施才能達到正面效益。

(三) 實例

噴施生長調節劑及嫁接後套小袋等處理，為高接梨栽培上常使用之方法，主要保護及促進梨穗萌發生長，但近年來氣候不穩定，農民使用上須有彈性的調整才能確保生產。以本場106年進行生長調節劑及套塑膠透明小袋之試驗為例，1月15日嫁接新興梨於橫山梨母樹，當年度1月及2月溫度及濕度偏高 (圖三)，惟2月10日至12日平均溫度低於10℃以下，但日間最高溫仍高於10℃以上，非高接梨寒害發生之條件。



圖三、106年1月(A)及2月(B)試驗田區之溫度及濕度

表三、套袋及噴施藥劑處理對新興梨開花率和著果率之影響

處理	開花率(%)		著果率(%)	
	未套袋	套袋	未套袋	套袋
未噴施	100	90	97	66
勃激素 (GA)	100	90	90	83
油菜素內脂 (BR)	93	50	90	37
勃激素+油菜素內脂 (GA+BR)	96	63	96	60

此氣候條件下之結果顯示 (圖三)，未套袋處理組之接穗萌芽率高於套袋處理組，萌芽率可達93%以上，而藥劑噴施以勃激素 (GA) 處理組有較高的開花率及萌芽率，表示在較高溫的環境條件下，套塑膠透明小袋不具有促進梨穗萌發之優勢，施用勃激素 (GA) 之促進開花效果較油菜素內脂 (BR) 高，栽培者應隨著氣候彈性調整栽培模式，才能達到穩定生產之目標。

五、結語

高接梨寒害之發生嚴重程度受到氣候條件、梨穗生長樣態及嫁接品種等三個因子影響。日夜溫度均於10℃以下之低溫高溼的氣候條件，為梨穗之低溫逆境之臨界條件，發生天數越多，造成之傷害越嚴重。除了受到外界條件影響之外，嫁接後梨穗之生長樣態也會影響寒害發生之輕重，其中又以開花期抗寒能力最差。高接梨品種之間耐受性有所差異，嫁接時應適時調整架接時間，早熟品種早嫁接，除了可避免晚嫁接成活率受到影響之外，小果期的抗寒能力亦較開花期佳。使用高接梨梨穗防寒資材及化學藥劑時須注意環境氣候，適時適量的使用及施用，防寒功效才可顯現，避免因不當使用造成之傷害。

葡萄以噴霧系統預防高溫危害技術研發

■台中區農業改良場／葉文彬

一、前言

葡萄 (*Vitis* spp.) 為葡萄科多年生溫帶果樹，栽培歷史悠久、全球廣泛分布且品種多之作物，可鮮食、加工製果汁、果醬及發酵釀製酒品，為全球性重要經濟果樹。依據國際葡萄與葡萄酒組織 (International Organisation of Vine and Wine, OIV) 統計，2016年全球葡萄種植面積為750萬公頃，產量約75.8百萬噸，以發酵釀製酒品為大宗佔70%、鮮食27%。台灣葡萄栽培歷史記錄雖已有345年，但正式發展為1928年台灣大學引進釀酒葡萄推廣，1954年由公賣局提10年計畫進行釀酒葡萄生產，1965年後由台灣大學及民間自世界各葡萄主要產區引入多種葡萄品種，目前主要鮮食品種葡萄「巨峰」，也是當時由日本引進並推廣。葡萄「巨峰」由「石原早生」與「Contennial」雜交選育，為歐美雜交四倍體品種，植株具生長勢強、新梢易徒長及著果不良之特性，但為四倍體具果粒大、糖度高、酸度適中、果皮表面有濃厚果粉、果肉Q彈具香氣，雖然栽培管理具有著果不良之缺點，但葡萄「巨峰」果粒大為重要特色，因此成為鮮食葡萄主要品種。

農業統計年報2017年資料顯示台灣葡萄栽培面積僅2,640公頃，總產量86,442公噸，但產值達新台幣66.4億，高居所有果品第5名，產區集中於苗栗縣、台中市、彰化縣及南投縣。台灣地處亞熱帶，夏季潮濕高溫之氣象條件並不利葡萄生產，使葡萄在台灣屬於栽培技術門檻較高之果樹。此外，近幾年又因氣候因素影響，栽培面積出現逐年減少之情形。2011年至2016年農業天然災害造成葡萄損害核定現金救助金額達3億1,000萬元，探討災損情形以颱風、豪雨及霪雨為主，另2012年及2014年3～4月鋒面高溫造成無子果 (公孫粒、石葡萄) 之災損現金救助達8,400萬元，佔近年災損救助四分之一，使高溫成為葡萄生產不可忽視之災害。依國外研究報告顯示，因氣候變遷導致極端氣象勢漸頻繁，釀酒葡萄生產也同樣有無子果 (shot berries) 之問題。

在台灣利用地理條件及修剪催芽技術，葡萄可進行一年二收，第一收為6～7月夏果 (一期作)，第二收為12～1月冬果 (三期作)，此外尚有一年一收秋果 (二期作) 模式。第一期作於1～2月間進行修剪催芽，3～4月為開花著果期，為冬春季節冷熱交替時期，因高壓迴流出現所謂的「南風」，而季節轉換期即南風出現的時間逐漸超越並取代東北季風；依高壓的強弱不同，南風有時是乾爽，有時則會很濕悶，無論如何，其溫暖且較高的溫度及較低的濕度常導致著果不良。根據本場氣象站資料顯示南風期間相對濕度約40～70%，導致葡萄授粉受精不正常引起無子果，增加疏果作業、提高勞力成本，嚴重者造成產量銳減。第二、三期作夏季修剪為5月下旬至8月下旬期間，開花期為6月中旬至9月，同樣面臨夏季高溫造成花穗乾枯及影響著果之困境。因此，台中區農業改良場執行農林氣象防災計畫進行高溫致災資料建立，並於災害來臨前結合APP系統發布預警訊息，請農友提早預防，另一方面開發相關防範措施，在高溫時採用棚架下噴水或造霧處理，建立高溫引起著果不良之減災管理防範技術，有效降低天然災害造成之損失，增加農友經濟所得，減少田間作業成本，廣泛推廣應用，降低高溫對葡萄著果引起之衝擊。

二、技術成果說明

1. 噴水處理

利用既有噴灌設施可使用。其作法為掌握葡萄開花集中於上午9～11時，且開花授粉受精約需5天之時間，此時期應盡量避免不良天候影響。因此，如開花期遭遇高溫影響，自上午9時開始可進行噴水處理，每小時1次，每次噴2～3分鐘 (以噴水系統完全灑開時開始計算)，主要目的為降低溫度與提高濕度。因為葡萄完成授粉受精時間長，而下午溫度仍高時，建議噴水作業持續反覆進行至4時，確保提高著果，此項作業依氣象條件需進行5～7天為宜 (圖一)。

2. 微噴霧系統

即為人工造霧系統，將經過過濾系統處理之水源，利用高壓馬達結合高壓管線及專業噴頭，使水成霧狀噴出，可短時間於空氣中懸浮，達到降溫並提高濕度之效果，成本雖較高，但提高著果之效果相當明顯。採用人工造霧系統之噴頭，材質為銅、不鏽鋼，以銅製成本較低，可採用單向或雙向噴頭，噴頭噴口孔徑為0.15～0.2毫米。人工造霧系統架設依葡萄園區進行設計與調整，以本場為例，管路採取東西向，每3公尺一管路，同一管路也是每3公尺裝置一顆單向噴頭，採交

叉裝設，使噴霧達到較高之效果。此外，噴霧期間與前述噴水系統相同，但因噴霧系統用水量較少，不會造成園區土面濕潤，可採用每10分鐘噴1～2分鐘 (視氣象條件而延長或縮短時間)，同樣持續至下午4時，處理5～7天，而且本系統可採用定時裝置控制，只要將噴霧時間設定即可，在園區節省人力控制噴水開關 (圖二)。

圖一、葡萄園區原噴灌系統不需額外增加經費與成本，但噴水時間需精準掌握

圖二、銅製噴頭單向噴孔微噴霧系統霧狀效果相當良好，顯著具有細霧懸浮短時間，降溫及提高濕度效果佳

三、結論與期望

評估比較噴水與噴霧裝置，葡萄「巨峰」植株具有枝梢易徒長導致落花之生育特性，因此在接近開花期，其實農友不希望地面有太多水，原因為當水分充足時，根系大量吸收水分同時也吸收養分，造成枝梢生長過於旺盛，使新梢與花穗養分競爭，導致落花現象。所以採用噴水設施進行降溫處理，噴水時間一定要確實控制每次2～3分鐘即可，避免長時間噴水使土壤濕潤，而採用微霧系統則無此顧慮。無論採用何種方式，噴水與噴霧主要目的均為降低開花期溫度並提高濕度，進而提高葡萄「巨峰」著果，而所謂提高「著果」，事實為減少無子果產生。葡萄「巨峰」在開花前會進行疏花作業，每花穗留12～15段小花梗，如此約有300多粒小花，以自然著果可達2成計算，則有60～70果粒，再經過疏果疏除無子果、有風疤、擦傷等之果粒，可成為約40餘粒之優良果穗 (圖四)。但開花期遭遇高溫不良天候影響，無子果現象將大幅提升，有完成授粉受精之果粒少，也就是說農友需花更多時間進行整穗與疏果，徒增勞力成本，另一方面，疏果後果穗可能較稀疏，賣相不佳，嚴重影響農友收益 (圖五)。本試驗利用降溫措施可提高著果，完整果穗比例增加，有助於提高販售價格，進而增加農民收益。

圖三、台中區農業改良場於彰化縣二林鎮譚姓青年農友葡萄園進行微噴霧系統裝置與使用說明會，吸引100多位葡萄農友與會，並於葡萄棚架下進行經驗分享

葡萄為廣受消費者喜愛之果品，台灣利用地理條件進行產期調節，幾乎周年有鮮食葡萄，且受惠於物流業發達，採收接受訂單後，隔日即可送達消費者，品嚐最新鮮的葡萄。因此，栽培面積雖僅2,600餘公頃，但產值已突破60億元。為因應氣候變遷，降低極端天候高溫事件，於葡萄開花期之關鍵點進行降溫處理，確實可大幅提高葡萄著果，減少天然災害之影響，惟目前受限於微噴霧系統需額外添購設備，多數農友還是採用既有噴灌系統進行噴水降溫，本場持續開發微噴霧系統且具有提高品質效果，將可提高農友裝置本設備之意願。

圖四、葡萄開花期以噴霧處理降溫，著果情形大幅改善，完整果穗比例提高

圖五、開花期遭遇不良天候高溫易導致著果不良，需更多時間進行疏果及整穗

番荔枝果樹颱風災後復原技術

■台東區農業改良場／盧柏松

一、前言

台灣因地理位置關係，夏、秋兩季常有颱風來襲，而東部地區又首當其衝，幾乎是颱風侵台的必經路線。近一、二十年來受溫室效應影響，氣候變遷造成天氣變化急遽，颱風發生頻率更高，強度更強；即使颱風未直撲花東，在宜蘭、基隆及台北等地區登陸，受地形影響，颱風仍會越過中央山脈，在花東地區形成焚風，其風速幾乎與颱風相近，且高溫、乾燥，對作物生育影響甚巨。颱風帶來的強風、超大豪雨及焚風對果樹之危害，嚴重時植株連根拔起或倒伏，輕微者造成枝條折斷、果實擦傷、授粉不良、落花、落果等，影響正常產期與產量及品質。番荔枝果樹 (釋迦及鳳梨釋迦) 是台東地區最重要之經濟果樹，栽培面積5,077公頃,占全台94.1%；夏、秋颱風季節正好是番荔枝重要的生育期，期間如遭受颱風侵襲，都會造成嚴重傷害，且釋迦及鳳梨釋迦植株在9月份以後就不易開花，因此受災後，常導致冬期果大幅減產或無收成，造成農友極大損失。故台東場研發颱風災後快速復育技術，迅速恢復當期生產，以達減少濃民損失之目標。

二、颱風對番荔枝果樹之主要傷害

釋迦栽培多採用一年兩收模式，夏期果產期在7～10月份 (留果量較少，約占全年產量30～40%)，冬期果在11月至翌年2月間 (留果量較多，約占全年產量60～70%)；颱風好發期 (7～10月) 果樹多處於釋迦夏期果之中、大果期或採收期，可能部分地區，果園也已進行夏季修剪，植株正值萌芽開花或幼果期。鳳梨釋迦由於僅生產冬期果，產期於11月下旬至翌年4月間，因此在颱風季節，植株多處於修剪後萌芽開花期及幼果期。

以2012年8月蘇拉颱風 (中颱) 為例，此次颱風對果樹影響主要是引發焚風傷

害，釋迦果樹平均枝幹折損率21.4%，落果率22.9%，果實擦傷率更高達69.4% (表一及圖一)；鳳梨釋迦之傷害主要亦為果實擦傷以及開花枝梢損傷 (表一及圖二)，可能因鳳梨釋迦根系較廣，枝條較柔軟且多採開心樹型整枝，所以植株倒伏或主枝折斷之比率較低。2016年7月7日尼伯特颱風 (強颱)，在台東縣境內主要釋迦及鳳梨釋迦產區其風速高達每秒34～60公尺，主要則是強風傷害，造成重大

表一、蘇拉颱風 (焚風) 對台東地區釋迦及鳳梨釋迦果樹之影響

種類	落(破)葉率 (%)	枝幹折損率 (%)	倒伏率 (%)	開花枝梢損害率(%)	夏期果落果率(%)	果實擦傷率 (%)
釋迦	14.8	21.4	0.2	18.3	22.9	69.4
鳳梨釋迦	18.4	3.2	0.0	10.6	-	64.0

圖一、蘇拉颱風造成釋迦果實擦傷 (左) 及枝條折斷 (右) 情形

圖二、蘇拉颱風造成鳳梨釋迦果實擦傷 (左) 及開花枝梢損傷 (右) 情形

圖三、2016年尼伯特颱風對釋迦 (左) 及鳳梨釋迦 (右) 之主要受害情形

災情，釋迦以植株倒伏、主枝折損、落果之傷害最多，鳳梨釋迦則因枝條較柔軟，以折枝及落葉之傷害最嚴重，幾乎全株葉片均破損脫落 (圖三)。

綜合調查資料顯示，風速28公尺/秒以下之強風對釋迦及鳳梨釋迦果樹之損害，以果實擦傷之比例最高，其次為落果及折枝；而風速35公尺/秒以上時，則全株受害，甚至主幹折斷及倒伏。

三、颱風災後復原技術

(一) 一般性之復育措施

風災過後果園應立即進行一般性之復育措施，分別如下：

1. 積水果園應儘早清除排水溝之障礙物，以使果園儘速排水，恢復正常。
2. 倒伏之植株，如當時土壤極濕軟 (含水量極高)，可立即扶正並培土，且於地上部立柱固定，再視狀況修剪全株1/3～1/2量之枝條。如土壤不夠濕軟，為避免倒伏植株第二次傷害切忌勉強扶正，應於地上部先立柱固定，再視損傷程度修剪全株枝條之1/3～1/2量，若倒伏嚴重者則施行強剪，以減少水分蒸散。此外應於主幹根際處加以培土，以避免根部曝露，影響生長 (圖四)。植株倒伏後，若根系受損嚴重，應重新種植。
3. 將折斷之枝條剪除，如傷口較大應以保護劑塗佈傷口，阻隔病原菌之入侵，其修剪之斷枝、落葉、落果等均需搬離果園，減少病蟲害傳染源。
4. 植株落葉或枝條折損嚴重時，果實因缺少枝條與葉片遮陰，容易造成日燒，應加以套袋。

圖四、尼伯特颱風後傾倒之植株 (左)，災後土壤不夠濕軟，不可扶正，立即進行修剪及培土作業並澆水 (中)，處理1個月後植株恢復生長情形 (右)。

5. 為恢復樹勢，應酌施用少量氮肥，如尿素或硫酸銨等速效性肥料，以加速植株生長。施肥時應儘量避免斷根，以免根系再次受損，而影響植株生育。
6. 颱風過後為防止病蟲害之感染與蔓延，應立即進行病蟲害防治工作。

(二) 災後快速復育技術

除上述復原措施外，7～9月間遭受颱風危害之果園，除植株倒伏、枝條折損外，亦會造成剛完成夏季產期調節修剪，準備生產冬期果植株之枝葉新梢受損及落花，後續開花不易，進而嚴重影響冬期果之生產。此時需重新進行復育性產期調節措施，以恢復冬期果生產。復育處理操作如下：

1. 果園如在7月至8月中旬間遭受颱風危害，如植株受損不很嚴重，可在颱風過後立即進行植株枝條短截修剪，方式與產期調節夏季修剪一樣，即可使植株重新開花結果。
2. 在8月中旬以後颱風造成之傷害，光靠修剪，植株枝條之開花率低 (甚至不開花) 且花朵數不足，無法恢復當期生產，此因番荔枝屬植物之開花主要受光週期及溫度之影響，在台灣8～11月間平均氣溫都在20℃以上，不構成開花限制因子，主要影響是光週期，在9月份起日照時數會逐漸縮短，是開花的主要限制因子，日長不夠，番荔枝開花率極低。此時應利用修剪配合夜間燈照之處理方式 (圖五) 進行復育，即可使植株再次開花、結果，恢復生產，產期。
3. 操作需注意事項：
   ⑴果園燈具在架設時，應注意要使全園植株每株都能充分受光，無法受光的植株或部位之生長及開花都會比較差。
   ⑵颱風過後如植株受損嚴重，生長勢弱者，可立即進行夜間燈照處理，有幫助枝葉加速生長之功能，使植株快速恢復樹勢。
   ⑶愈早修剪及燈照處理則開花率愈高，復育效果越佳。
   ⑷此技術雖能促進植株再次開花結果，但因颱風後植株已受損，故植株之留果數量應酌減，僅留正常狀況下70%左右之數量，以免影響果實肥大及造成樹勢衰弱。
   ⑸此技術以風災過後至10月中旬前處理之效果較佳，10月中旬以後處理，效果不佳。以10月上旬進行鳳梨釋迦復育處理為例 (圖六、圖七、圖八)，復育後果實於4月至5月上旬採收，果實平均果重可達600公克，果肉可溶性固形物約23°Brix；果實採收後置於室溫下6～8天均能正常軟熟，具有商品價值。而10月下旬處理，因處理後開花期已在12月間，易遭遇冬季低溫 (冷氣團)，導致開花數減少且畸形花、果的比率偏高 (圖九)，果實在發育過程中氣溫偏低，發育緩慢，至5月初果實仍小 (圖九)，之後日長變長、氣溫回升，但植株開始重新萌芽生長，已不利果實發育，所以果實不具經濟生產價值。

圖五、釋迦果園在2016年尼伯特颱風受災情形 (左) 災後進行強剪及夜間燈照處理 (中)，在12月恢復冬期果生產 (右)

圖六、受害嚴重之鳳梨釋迦果園，颱風過後重新進行修剪、除葉 (左圖) 並配合夜間燈照 (右圖) 處理情形

圖七、風災過後僅進行修剪處理之植株 (左圖)，進行修剪+夜間燈照處理之植株 (右圖)

圖八、災後鳳梨釋迦植株經短截修剪+夜間燈照處理後之開花 (左圖) 及果實生長情形 (右圖)

四、結論

颱風對番荔枝果樹 (釋迦及鳳梨釋迦) 之傷害極大，常造成農民極大之經濟損失，農友應在平時或颱風來臨前，先做好果園防風措施，以減低損失，並應隨時注意氣象資訊，以提早進行應變處置。受損嚴重之果園可在風災過後至10月上旬前利用修剪配合夜間燈照處理，促進釋迦及鳳梨釋迦再次開花、結果，達到快速復育減少災損之效果。

圖九、鳳梨釋迦植株在10月下旬進行復育處理後，12月開花其花朵異常 (上) 及畸形果比率高，且果實至5月份仍發育遲緩 (下)

五、參考文獻

1. 楊正山、盧柏松。1997。台東地區番荔枝颱風災後復育試驗。提昇果樹競爭力研討會專集Ⅲ (台中區農業改良場特刊第38號) p.133-142。
2. 盧柏松、江淑雯。2010。夜間燈照對番荔枝冬期果開花、結果之影響。台灣園藝 56(4): 255 (摘要)。
3. 盧柏松、江淑雯、陳奕君。2014。鳳梨釋迦防風栽培及災後復育技術之研究。因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究102年度成果發表暨研討會論文集 (農業試驗所特刊第183號) P.208-215。

氣象小知識

一、風速小知識

風速強弱定義，英國Francis Beaufort在1805年，根據風對地面物體或海面的影響程度而定出的風力等級，一般稱為依據蒲福風級表。將風力劃為「0」至「12」，共13個等級，此分類為世界氣象組織所建議。但到1950年代，隨著測風儀器持續發展進步，量測風速可更精細，於是就把風級擴展到17級，即總共18個等級。

颱風等級	蒲福風級	風之稱謂	每秒/公尺		每小時/公里	
	0	無風	0.0	0.2	0	1
	1	軟風	0.3	1.5	1	5
	2	輕風	1.6	3.3	6	12
	3	微風	3.4	5.4	12	19
	4	和風	5.5	7.9	20	28
	5	清風	8.0	10.7	29	39
	6	強風	10.8	13.8	39	50
	7	疾風	13.9	17.1	50	62
輕度颱風	8	大風	17.2	20.7	62	75
	9	烈風	20.8	24.4	75	88
	10	狂風	24.5	28.4	88	102
	11	暴風	28.5	32.6	103	117
中度颱風	12	颶風	32.7	36.9	118	133
	13	-	37.0	41.4	133	149
	14	-	41.5	46.1	149	166
	15	-	46.2	50.9	166	183
強烈颱風	16	-	51.0	56.0	184	202
	17	-	56.1	61.2	202	220

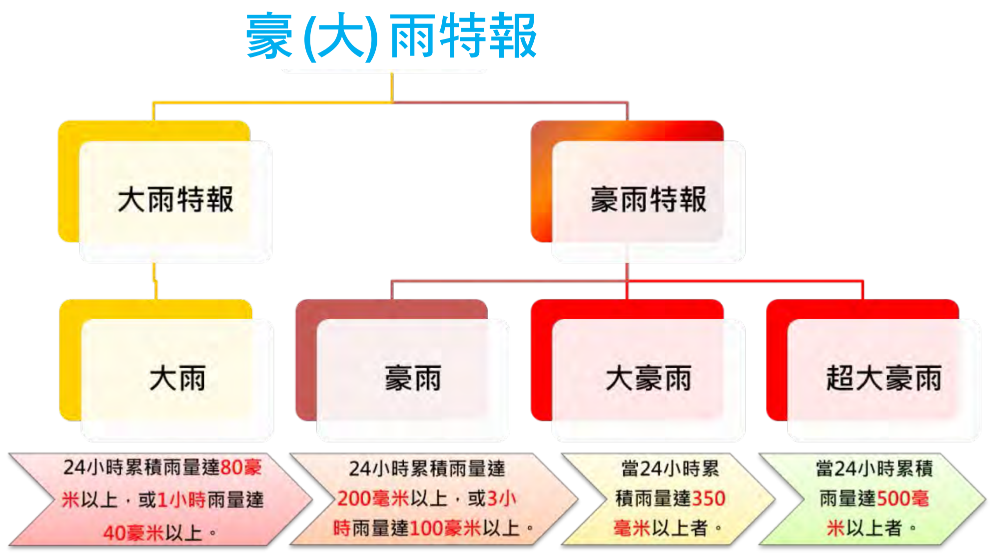
註：1公里=0.54海浬 (資料來源：中央氣象局)

二、低溫小知識

氣象局冬季低溫預報作業的定義，是以台北市觀測站為標準，當台北市站溫度 ：
◎達10℃以下，天氣類型稱之為「寒流」
◎達12℃以下至10℃，稱之為「強烈大陸冷氣團」
◎達14℃以下至12℃，稱之為「大陸冷氣團」

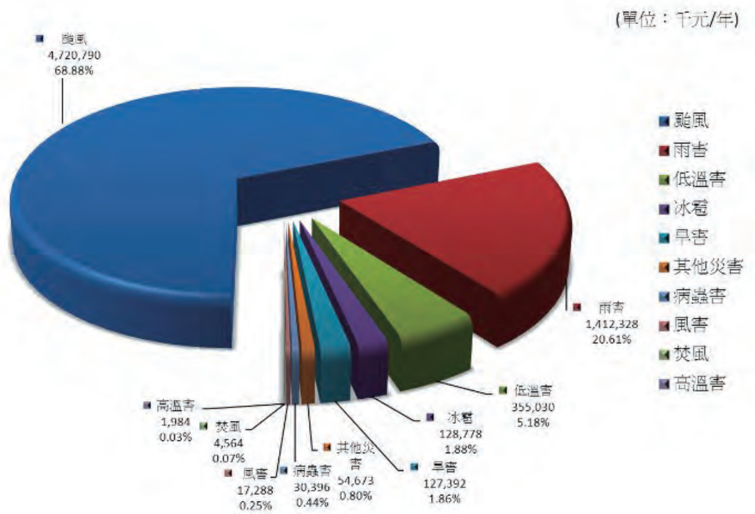
三、豪 (大) 雨小知識

氣象局對於雨量特報，僅分為大雨及豪雨兩種，其中因豪雨分為三種等級 (豪雨、大豪雨及超大豪雨)。

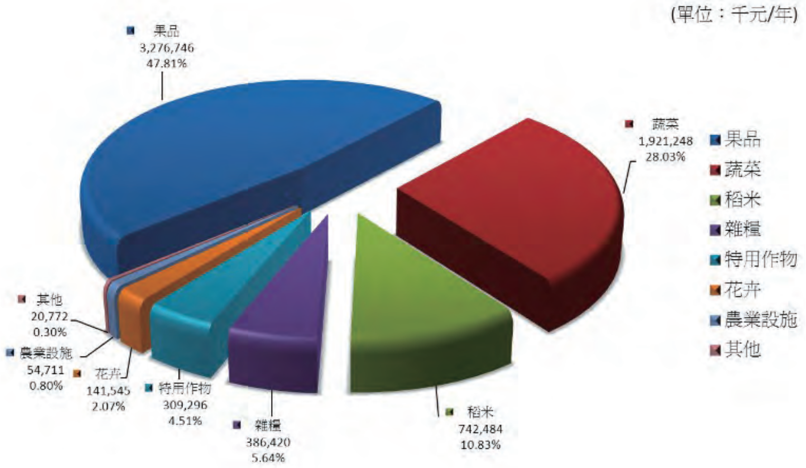


四、農業氣象災害小知識

台灣地理位置位於海陸交界，加上地貌複雜及山勢陡峻，發生氣象災害種類甚多，過去30年 (1985～2014年) 歷年農損災害所占比例之分析，颱風所造成災害為最主要，約為68.9 %；雨害則指春雨、梅雨及夏季對流雨，約占20.6%；低溫則為一期作水稻插秧期、坡地果樹及茶區所受之寒害，約占5.2%；其於災害包括冰雹、旱害、高溫害、風害及焚風等。就受損之作物種類分析，果品占47.8%，蔬菜28.0%，單一作物則以水稻之10.8%最多。



歷年不同災害別之平均農業受損金額及所占比例



歷年不同作物別之平均農業受損金額及所占比例

五、光度小知識

『光』是農作物栽培過程重要氣象因素，在田間、栽培設施及生長箱內，光度的監測或量測是精緻管理不可或缺的工作。量測光度有三種常用單位，包括輻射量 (Radiometric; Wm^{-2})，照度 (Photometric; lux) 及光量子 (Quantum; $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$) 等三種，每一種量測方式有特定意義及適用範圍。1982年美國農業工程學會將光量子通量密度 (quantum flux density) 定為農業量測光強度之基準。

	可見光所佔比例 (%)	Wm^{-2} ↓ $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$	klux ↓ $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$
太陽光	71	4.45	18.13
日光燈	96	5.61	13.65
省電燈泡	89	5.80	14.33
鹵素燈	46	0.63	19.08
植物燈管	90	4.82	23.23

交通部中央氣象局
Central Weather Bureau

行政法人國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center for Disaster Reduction

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

行政院農業委員會臺中區農業改良場
Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

行政院農業委員會臺東區農業改良場
Taitung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

行政院農業委員會 花蓮區農業改良場
Hualien District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

國立中興大學園藝學系
Department of Horticulture, National Chung Hsing University

行政院農業委員會 農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

農業氣象災害技術專刊 / 柳再明等作. -- 初版.
-- 臺中市：農委會農試所, 民107.11
面：18.7＊26公分 (農業試驗所特刊; 第210號)
ISBN 978-986-05-7757-0 (平裝)

1. 農業氣象　2. 農業災害　3. 文集

433.07　　107021079

編號：農業試驗所 2018 年 006 號

農業氣象災害技術專刊

發 行 人：陳駿季
執行編輯：姚銘輝
出版機關：行政院農業委員會農業試驗所
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301
作　　者：柳再明、錢根樹、蔣順惠、徐永衡、蘇文瑞、李欣輯、黃亞雯、陳永明、呂椿棠、李亭儀、姚銘輝、周巧盈、巫思揚、陳琦玲、蔡惠文、張雅玲、吳永培、郭鴻裕、林慧玲、倪鈺林、吳承軒、楊素絲、葉文彬、盧柏松 (依章節順序排列)
印　　刷：農世股份有限公司
電　　話：(04)22932036
出版日期：中華民國一〇七年十一月出版
編印本數：1000 本
定　　價：50 元
展售門市：國家書店 / 104 臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207
國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw
五南文化廣場 / 400 臺中市中山路 6 號 (04)22260330
G P N：1010702209
I S B N：978-986-05-7757-0

本輯內容已全文上網，請參考本所網站 (http://www.tari.gov.tw) 出版品。
版權所有、轉載須經本所同意

ISBN: 978-986-05-7757-0
GPN:1010702209
定價：新臺幣 50 元